

? S PN=DE 3013964

S9 1 PN=DE 3013964

? T 9/3,AB/1

9/3,AB/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

003219321

WPI Acc No: 1981-79879D/\*198144\*

**Circuits for stabilising ultrasonic generator and preventing drying - in  
prodn. of aerosols for breathing machines**

Patent Assignee: STRUTZ J F (STRU-I)

Inventor: STRUBEL G; STRUTZ J E

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 3013964	A	19811022				198144 B
DE 3013964	C	19820930				198240

Priority Applications (No Type Date): DE 3013964 A 19800411

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 3013964	A		41		

Abstract (Basic): DE 3013964 A

An ultrasonic generator producing an aerosol in a gas by atomising liq. with a mechanical vibrator supplied with a variable power high frequency signal produced by an oscillator circuit has a protector to prevent damage to the vibrator on dry running and which stabilises the signal during wet running. The vibrator protector has a circuit which detects changes in at least one parameter in the vibrator circuit caused on transition from wet to dry running. The wet running detector circuit includes transistors, esp. in the amplifier section which may be self-excited or externally excited.

The air supplied by medical breathing appts. must be kept moist by an aerosol to prevent the patient's air passages drying out, and this appts. must respond to changes, e.g. in the patient's condition or in the viscosity of the commonly used water/oil mixture. The present appts. reduces the need for constant medical observation.

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPT**

19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

12 Patentschrift  
DE 30 13 964 C 2

61 Int. Cl. 3:

B 06 B 1/02

B 05 B 17/06

B 01 F 11/02

21 Aktenzeichen:

P 30 13 964.1-53

22 Anmeldetag:

11. 4. 80

43 Offenlegungstag:

22. 10. 81

45 Veröffentlichungstag:

30. 9. 82

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Strutz, Jürgen F., 8011 Poing, DE

72 Erfinder:

Strutz, Jürgen F., 8011 Poing, DE; Strubel, Gert, 8150  
Holzkirchen, DE

55 Entgegenhaltungen:

NICHTS-ERMITTELT

54 Ultraschallgenerator

DE 30 13 964 C 2

## Patentansprüche:

1. Ultraschallgenerator zur Erzeugung einer Flüssigkeitssuspension in einem Gas mit einem Schwingssystem, das aus einem die Flüssigkeit zerstäubenden mechanischen Schwinger und einen Schwinger mit einem elektrischen Hochfrequenzsignal mit veränderbarer Leistung erregenden Oszillatorschaltung besteht, und mit einer den Schwinger beim Trockenlaufen vor einer Selbstbeschädigung bewahrenden Schutzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß eine das Hochfrequenzsignal im Naßbetrieb auf die jeweils eingestellte Leistung stabilisierende Schaltungsanordnung (20, 25, 17) vorgesehen ist und daß die Schutzvorrichtung für den Schwinger (11) eine die durch den Übergang zwischen Naß- und Trockenbetrieb bedingten Änderungen wenigstens eines elektrischen Parameters im Schwingssystem (10) erkennende Detektorschaltung (23) umfaßt.
2. Ultraschallgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Stabilisierung der eingestellten Leistung dienende Schaltungsanordnung einen über ein Stellglied das Impuls-Pausen-Verhältnis einer im Impulsbetrieb ein Hochfrequenzsignal konstanter Amplitude abgebenden Oszillatorschaltung im Naßbetrieb beeinflussenden Regler umfaßt.
3. Ultraschallgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Stabilisierung der eingestellten Leistung dienende Schaltungsanordnung einen über ein Stellglied (17) die Amplitude des an den mechanischen Schwinger (11) angelegten elektrischen Hochfrequenzsignals im Naßbetrieb beeinflussenden Regler (25) umfaßt.
4. Ultraschallgenerator nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß dem Naßbetriebsregler (24) als Ist-Wert die am Schwinger (11) anliegende Hochfrequenzspannung über eine erste Gleichrichterschaltung (20) zugeführt ist.
5. Ultraschallgenerator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Naßbetriebsregler (25) zur Leistungseinstellung als Soll-Wert eine von Hand einstellbare stabilisierte Gleichspannung zugeführt ist.
6. Ultraschallgenerator nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Stellglied (17) eine die Versorgungsspannung des Schwinger (11) ansteuernden Verstärkerteils der Oszillatorschaltung (12) verändernde Schaltungsanordnung vorgesehen ist.
7. Ultraschallgenerator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die die Versorgungsspannung des Verstärkerteils der Oszillatorschaltung (12) verändernde Schaltungsanordnung zwischen den Verstärkerteil und den negativen Versorgungsspannungsanschluß geschaltet ist.
8. Ultraschallgenerator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärkerteil der Oszillatorschaltung (12) als aktives Bauelement einen Transistor (40) umfaßt, an dessen Kollektor-Emitter-Strecke die Versorgungsspannung anliegt und dessen Basis über einen Widerstand (43, 44) mit dem positiven Pol der Versorgungsspannung verbunden ist.
9. Ultraschallgenerator nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die die Versorgungsspannung der Oszillatorschaltung (12)

verändernde Schaltungsanordnung (17) aus zwei in Art einer Darlington-Schaltung miteinander verbundenen Transistoren (152, 153) besteht, von denen der eine (152) mit seiner Emitter-Kollektor-Strecke in der von der Oszillatorschaltung (12) zum negativen Pol der Versorgungsspannung führenden Leitung liegt.

10. Ultraschallgenerator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorschaltung (23) zur Erkennung der Änderung der Gleichstrom-Stromaufnahme des Verstärkerteils der Oszillatorschaltung (12) ausgebildet ist.

11. Ultraschallgenerator nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorschaltung (23) zur Erkennung der Änderung der Amplitude und/oder Phasenlage einer am Schwingssystem (10) abgreifbaren Hochfrequenzspannung ausgebildet ist.

12. Ultraschallgenerator nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorschaltung (23) zur Erkennung der Änderung der Amplitude und/oder Phasenlage eines im Schwingssystem (10) fließenden Hochfrequenzstromes ausgebildet ist.

13. Ultraschallgenerator nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorschaltung (23) zur Erkennung der relativen Änderung von zwei verschiedenen, am Schwingssystem (10) abgegriffenen Hochfrequenzsignalen ausgebildet ist.

14. Ultraschallgenerator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektorschaltung (23) die am Schwinger (11) anliegende Hochfrequenzspannung und den in den Schwinger (11) fließenden Hochfrequenzstrom wiedergebende Signale zugeführt sind.

15. Ultraschallgenerator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektorschaltung (23) ein eine in der Oszillatorschaltung (12) abfallende Hochfrequenzspannung und ein einen in der Oszillatorschaltung (12) fließenden Hochfrequenzstrom wiedergebendes Signal zugeführt sind.

16. Ultraschallgenerator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektorschaltung (23) ein die am Schwinger (11) abfallende Hochfrequenzspannung und ein einen im Verstärkerteil der Oszillatorschaltung (12) fließenden Hochfrequenzstrom wiedergebendes Signal zugeführt sind.

17. Ultraschallgenerator nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das eine der der Detektorschaltung (23) zugeführten Signale den in den Transistor (40) des Verstärkerteils der Oszillatorschaltung (12) fließenden Hochfrequenz-Emitterstrom wiedergibt.

18. Ultraschallgenerator nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorschaltung (23) einen die relative Phasenlage der ihr zugeführten Hochfrequenzsignale auswertenden Phasenvergleichs umfaßt.

19. Ultraschallgenerator nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorschaltung (23) einen die Amplituden der ihr zugeführten Hochfrequenzsignale miteinander vergleichenden Komparator (110) umfaßt.

20. Ultraschallgenerator nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Komparator (110) als Gleichspannungskomparator ausgebildet ist, dem

die Hochfrequenzsignale jeweils über eine Gleichrichterschaltung (20, 21) zugeführt sind.

21. Ultraschallgenerator nach den Ansprüchen 4 und 20, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Naßbetriebsregler (25) vorgeschaltete, die am Schwinger (11) anliegende Hochfrequenzspannung gleichrichtende Gleichrichterschaltung (20) mit der einen der dem Gleichspannungskomparator (110) vorgeschalteten Gleichrichterschaltungen identisch ist.

22. Ultraschallgenerator nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzvorrichtung für den Schwinger (11) eine Steuerstufe (110, 120) umfaßt, deren Ausgangssignal in Abhängigkeit davon, ob die Detektorschaltung (23) einen Naßbetrieb oder einen Trockenbetrieb des Schwingers (11) erkennt, in digitaler Weise von einem ersten auf einen zweiten Wert umspringt.

23. Ultraschallgenerator nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Naßbetriebsregler (25) und das Stellglied (17) ein durch die Steuerstufe (110, 120) gesteuerter, beim Auftreten des ersten Wertes geschlossener und beim Auftreten des zweiten Wertes geöffneter Schalter (30) geschaltet ist.

24. Ultraschallgenerator nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Regler (26) vorgesehen ist, dessen Ausgang über einen ebenfalls von der Steuerstufe (110, 120) gesteuerten, beim Auftreten des ersten Wertes geöffneten und beim Auftreten des zweiten Wertes geschlossenen Schalter (31) mit dem Stellglied (17) verbunden ist und der das Stellglied so ansteuert, daß die Amplitude des an den mechanischen Schwinger (11) angelegten Hochfrequenzsignals auf einem niedrigen, eine Beschädigung des Schwingers ausschließenden Wert gehalten wird.

25. Ultraschallgenerator nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerstufe (110, 120) eine das Umschalten vom Naß- auf den Trockenbetrieb anzeigende Anzeigevorrichtung (35) nachgeschaltet ist.

26. Ultraschallgenerator nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten Regler (26) als Ist-Wert die an dem mit dem Stellglied (17) verbundenen Versorgungsspannungseingang des Verstärkerteils der Oszillatorschaltung (12) vorhandene Gleichspannung und als Soll-Wert ein einstellbarer Teilbetrag der an dem anderen Versorgungsspannungseingang des Verstärkerteils vorhandenen Gleichspannung zugeführt ist.

27. Ultraschallgenerator nach einem der Ansprüche 23 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Schalter (30, 31) zusammengefaßt und als elektronischer Umschalter ausgebildet sind.

28. Ultraschallgenerator nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß eine das Stellglied (17) während des Umschaltvorganges vom Naßbetriebsregler (25) auf den Trockenbetriebsregler (26) mit einem definierten Eingangssignal versorgende Schaltungsanordnung (33) vorgesehen ist.

29. Ultraschallgenerator nach einem der Ansprüche 20 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden dem Gleichspannungskomparator (110) vorgeschalteten Gleichrichterschaltungen (20, 21) mit solchen unterschiedlichen Vorspannungen betrieben werden, daß bei einem Wegfall der Hochfrequenzsignale der Gleichspannungskomparator Eingangs-

signale erhält, die einem Trockenbetrieb entsprechen.

30. Ultraschallgenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mechanische Schwinger (11) ein Kristall-Schwinger ist.

Die Erfindung betrifft einen Ultraschallgenerator zur Erzeugung einer Flüssigkeitssuspension in einem Gas mit einem Schwingensystem, das aus einem die Flüssigkeit zerstäubenden mechanischen Schwinger und einer den Schwinger mit einem elektrischen Hochfrequenzsignal mit veränderbarer Leistung erregenden Oszillatorschaltung besteht, und mit einer den Schwinger beim Trockenlaufen vor einer Selbstbeschädigung bewahrenden Schutzvorrichtung.

Derartige Ultraschallgeneratoren kommen unter anderem in der Medizintechnik zur Anwendung, wo sie beispielsweise als Aerosol-erzeuger dazu verwendet werden, die einem künstlich beatmeten Patienten zugeführte Luft in definierter Weise zu befeuchten, um eine schädigende Austrocknung der Atemwege des Patienten zu verhindern. Die Menge der pro Zeiteinheit in den suspendierten Zustand übergeführten Flüssigkeit, d.h. also der Feuchtigkeitsgehalt der dem Patienten zugeführten Atemluft, hängt von der von dem mechanischen Schwinger abgegebenen Ultraschall-Leistung und somit von der diesem Schwinger in Form eines elektrischen Hochfrequenzsignals zugeführten elektrischen Leistung ab, wobei als weiterer Parameter die Viskosität der jeweils zu zerstäubenden Flüssigkeit miteingeht. Da für jeden Patienten der Feuchtigkeitsgehalt der Atemluft individuell eingestellt wird und die Viskosität der im wesentlichen aus Wasser bestehenden zu zerstäubenden Flüssigkeit beispielsweise durch die Zugabe unterschiedlicher Mengen von ätherischen Ölen unterschiedliche Werte annehmen kann, ist es erforderlich, bei in der Praxis zum Einsatz kommenden Geräten dieser Art eine Verstellmöglichkeit für die dem mechanischen Schwinger zugeführte elektrische Hochfrequenzenergie vorzusehen.

Nach dem Stand der Technik geschieht dies zum Beispiel (Datenblatt für TDK Ultrasonic Humidifier Unit Model NB-255) dadurch, daß der Arbeitspunkt eines das aktive Bauelement des den mechanischen Schwinger ansteuernden Verstärkerteils der Oszillatorschaltung bildenden Transistors durch Änderung des Basisgleichstroms verändert wird. Beispielsweise wird dieser Basisgleichstrom vom Emitterstrom eines weiteren Transistors geliefert, dessen Kollektor auf konstantem Potential liegt, und dessen Basispotential im normalen Betriebszustand mit Hilfe eines durch ein von Hand verstellbares Potentiometer veränderbaren Spannungsteilers auf verschiedene Werte eingestellt werden kann.

Diese bekannte Vorrichtung weist jedoch den Nachteil auf, daß der Arbeitspunkt des Verstärkerrtransistors und damit die dem mechanischen Schwinger zugeführte Hochfrequenzleistung bzw. die von dem Schwinger abgegebene Ultraschall-Leistung nicht nur von der Stellung des Potentiometers sondern auch von einer Reihe von Störgrößen, wie zum Beispiel der Betriebstemperatur der Vorrichtung abhängt, so daß eine eindeutige und stabile Einstellung der pro Zeiteinheit in den Suspensionszustand übergeführten

Flüssigkeitsmenge nicht möglich ist.

Weiterhin ergibt sich beim Betrieb von derartigen Aerosolerzeugern ein Problem daraus, daß der im allgemeinen aus einem Barium-Titanat-Kristall bestehende mechanische Schwinger, der mit einer seiner Flächen einen Teil der Wand des die zu zerstäubende Flüssigkeit enthaltenen Gefäßes bildet, durch diese Flüssigkeit gekühlt und sehr stark bedämpft wird. Dies hat zur Folge, daß im sogenannten Naßbetrieb zur Erzeugung einer bestimmten Schwingungsamplitude eine wesentliche höhere Hochfrequenzleistung zugeführt werden muß, als dies ohne diese Flüssigkeitsbedämpfung, d. h. also im Trockenbetrieb erforderlich wäre. Läuft nun der mechanische Schwinger nach einer bestimmten Betriebsdauer deswegen trocken, weil die ihn bedeckende Flüssigkeitsmenge vollständig zerstäubt worden ist, so fällt die zuvor durch diese Flüssigkeit ausgeübte Bedämpfung weg, was ohne weitere Maßnahmen zu einer Zerstörung des dann mit einer weit größeren Amplitude arbeitenden Schwingers führen würde.

Damit das Bedienungspersonal einen solchen Aerosolerzeuger nicht ständig überwachen muß, um den Schwinger vor einer Selbstbeschädigung bzw. Selbstzerstörung zu bewahren, ist es bereits bekannt, eine Schutzvorrichtung vorzusehen, die eine solche Beschädigung oder Zerstörung des Schwingers bei Trockenlauf verhindern soll. Nach dem Stand der Technik umfaßt eine solche Schutzvorrichtung einen in dem die zu zerstäubende Flüssigkeit während des Zerstäubungsvorganges enthaltenden Behälter angeordneten Schwimmer, der dann, wenn der Behälter leerläuft, auf dessen Boden absinkt und dadurch einen elektrischen Schalter schließt, durch den die Basis des oben erwähnten zweiten Transistors auf ein diesen Transistor sperrendes Potential gelegt wird. Dadurch erhält der Transistor des den mechanischen Schwinger ansteuernden Verstärkerteils der Oszillatorschaltung keinen Basisstrom mehr und die Zufuhr von Hochfrequenzenergie an den mechanischen Schwinger wird unterbrochen.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß diese im Prinzip sehr einfache Anordnung nur eine geringe Zuverlässigkeit aufweist, so daß der zum Schließen des Abschalt-Schalters dienende Schwimmer sehr häufig nicht verwendet und stattdessen eine Bedienungsperson mit der ständigen Überwachung des Aerosolerzeugers beauftragt wird.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Ultraschallgenerator der eingangs beschriebenen Art mit einem möglichst geringen technischen Aufwand so weiterzubilden, daß ein zuverlässiger automatischer Schutz des Schwingers gegen Selbstzerstörung bei Trockenlauf gewährleistet wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung vor, daß eine das Hochfrequenzsignal im Naßbetrieb auf die jeweils eingestellte Leistung stabilisierende Schaltungsanordnung vorgesehen ist und daß die Schutzvorrichtung für den Schwinger eine die durch den Übergang zwischen Naß- und Trockenbetrieb bedingten Änderungen wenigstens eines elektrischen Parameters im Schwingensystem erkennende Detektorschaltung umfaßt.

Dieser erfindungsgemäßen Anordnung liegt die Überlegung zugrunde, daß durch die Stabilisierung der im Naßbetrieb an den mechanischen Schwinger angelegten Hochfrequenzleistung auch andere, im Schwingensystem auftretende elektrische Größen, wie

zum Beispiel Hochfrequenzströme und Hochfrequenzspannungen, die Gleichstromaufnahme der Oszillatorschaltung usw. stabilisiert werden und daß es durch die hierdurch erfolgende Beseitigung der bei den dem Stand der Technik entsprechenden Geräten während des Naßbetriebs auftretenden Drift- und Störeffekte möglich wird, die mit dem Trockenlaufen des Schwingers verbundenen Änderungen einer oder mehrerer dieser elektrischen Größen mit sehr großer Zuverlässigkeit zu erkennen und hieraus in eindeutiger Weise Signale zu gewinnen, mit deren Hilfe rechtzeitig weitere zum Schutz des Schwingers vor der im Trockenbetrieb bestehenden Gefahr einer Selbstzerstörung dienende Maßnahmen automatisch eingeleitet bzw. durchgeführt werden können.

Dabei ergibt sich gleichzeitig der weitere Vorteil, daß durch die das Hochfrequenzsignal im Naßbetrieb auf die jeweils eingestellte Leistung stabilisierende Schaltungsanordnung auch über längere Betriebszeiten hinweg eine sehr gute Konstanz der abgegebenen Ultraschall-Leistung und damit der pro Zeiteinheit vernebelten bzw. zerstäubten Flüssigkeitsmenge, d. h. also des Feuchtigkeitsgehaltes der dem Patienten zugeführten Atemluft gewährleistet wird.

Es sei daran erinnert, daß grundsätzlich zwei Arten von Oszillatorschaltungen bei den in Rede stehenden Ultraschallgeneratoren anwendbar sind, nämlich sowohl selbsterregte als auch fremdgesteuerte Oszillatoren. Im ersten Fall bildet der die Ultraschall-Leistung abgebende Schwinger gleichzeitig das frequenzbestimmende Element, d. h. er ist mit einem die Dämpfungsverluste ausgleichenden Verstärker, der gleichzeitig praktisch die gesamte Oszillatorschaltung bildet, zu einem rückgekoppelten, selbstschwingenden Kreis zusammengeschaltet ist. Im zweiten Fall fehlt die Rückkopplung zwischen dem mechanischen Schwinger und dem ihn ansteuernden Verstärker, der stattdessen hochfrequenzmäßig von einem ein eigenes frequenzbestimmendes Bauelement, beispielsweise einen Schwingquarz umfassenden Schwingkreis angesteuert wird.

Beiden Arten von Oszillatorschaltungen ist jedoch gemeinsam, daß sie einen den die Ultraschall-Leistung abgebenden Schwinger ansteuernden Verstärkerteil aufweisen, der durch seinen Betriebszustand die an den Schwinger abgegebene Hochfrequenzleistung definiert. Der Gedanke, gerade diese Leistung zu stabilisieren und zur Erkennung des Übergangs zwischen Naß- und Trockenbetrieb geeignete, sich entsprechend ändernde elektrische Größen innerhalb der Oszillatorschaltung und insbesondere innerhalb ihres Verstärkerteils zu überwachen und auszuwerten, ist daher in beiden Fällen gleichermaßen anwendbar. In diesem Sinn ist es zu verstehen, wenn im folgenden nur allgemein von der Oszillatorschaltung bzw. dem den mechanischen Schwinger unmittelbar ansteuernden Verstärkerteil der Oszillatorschaltung gesprochen wird, ohne auf einen speziellen Schaltungsaufbau im einzelnen einzugehen.

Die dem mechanischen Schwinger zugeführte Hochfrequenzleistung kann auf verschiedene Weise variiert und daher auch durch die Beeinflussung ganz verschiedener elektrischer Parameter stabilisiert werden. So ist es zum Beispiel möglich, an den mechanischen Schwinger ein impulsförmig moduliertes Hochfrequenzsignal anzulegen, d. h. ein beispielsweise sinusförmiges Signal, dessen Amplitude mit vorgegebener Folgefrequenz zwischen einem festen Maximalwert und dem Wert Null wechselt, wobei die Folgefrequenz niedriger als die Hochfrequenz des Sinussignals ist. In

diesem Fall kann die an den Schwinger angelegte Hochfrequenzleistung dadurch verändert werden, daß man das Tastverhältnis der Modulationsimpulse variiert. Erfindungsgemäß ist für einen solchen Fall bevorzugt vorgesehen, daß die zur Stabilisierung der eingestellten Leistung dienende Schaltungsanordnung einen über ein Stellglied das Impuls-Pausen-Verhältnis der Oszillatorschaltung im Naßbetrieb beeinflussenden Regler umfaßt.

Eine andere Möglichkeit zur Variation der an dem mechanischen Schwinger abgegebenen Hochfrequenzleistung besteht darin, daß an ihm zwar ununterbrochen ein Hochfrequenzsignal anliegt, dessen Amplitude jedoch veränderbar ist. Für diesen wegen seiner Einfachheit besonders bevorzugten Fall sieht die Erfindung vor, daß die zur Stabilisierung der eingestellten Leistung dienende Schaltungsanordnung einen über ein Stellglied die Amplitude des an den mechanischen Schwinger angelegten elektrischen Hochfrequenzsignals im Naßbetrieb beeinflussenden Regler umfaßt.

Den beiden eben genannten Alternativen ist der Gedanke gemeinsam, zur Stabilisierung der an den mechanischen Schwinger abgegebenen Hochfrequenzleistung und damit der zur Aerosolerzeugung zur Verfügung stehenden Ultraschalleistung einen Regelkreis zu verwenden, der unabhängig von der Art der auftretenden Störgrößen die erforderliche Konstanz der Regelgröße, hier also der abgegebenen Leistung sicherstellt.

In beiden Fällen ist es zweckmäßig, dem Regler als Ist-Wert die am Schwinger anliegende Hochfrequenzspannung über eine erste Gleichrichterschaltung und als Soll-Wert eine von Hand einstellbare stabilisierte Gleichspannung zuzuführen. Somit kann der Regler den erforderlichen Soll-Wert-Ist-Wert-Vergleich auf einfache Weise dadurch durchführen, daß er zwei Gleichspannungen zueinander in Beziehung setzt, von denen die eine zur Einstellung des im jeweiligen Anwendungsfall gewünschten Leistungspegels von Hand veränderbar ist und von denen die andere durch eine mit geringem schaltungstechnischen Aufwand realisierbare Gleichrichterschaltung aus einem mit der Regelgröße in einem eindeutigen Zusammenhang stehenden elektrischen Parameter, nämlich der Amplitude der am Schwinger abfallenden Hochfrequenzspannung abgeleitet wird. Auch läßt sich durch diese unmittelbare Verknüpfung von Regelgröße und von zur Ist-Wert-Gewinnung verwendetem Signal eine besonders gute Regelgenauigkeit erzielen.

Die zur Änderung der Hochfrequenzleistung erforderliche Amplitudenänderung der von der Oszillatorschaltung an den Schwinger angelegten Hochfrequenzschwingung läßt sich besonders einfach durch die Änderung der Versorgungsgleichspannung der Oszillatorschaltung bzw. des Verstärkerteils erzielen. Daher ist vorzugsweise als Stellglied eine die Versorgungsspannung des den Schwinger ansteuernden Verstärkerteils der Oszillatorschaltung verändernde Schaltungsanordnung vorgesehen.

Für all die Fälle, in denen zumindest der Verstärkerteil der Oszillatorschaltung mit einer höheren Gleichspannung versorgt wird, als die übrige Elektronik, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die die Versorgungsspannung des Verstärkerteils der Oszillatorschaltung verändernde Schaltungsanordnung zwischen den Verstärkerteil und den negativen Versorgungsspannungsanschluß geschaltet ist. Dadurch kann nämlich diese Schaltungsanordnung auf demselben Versor-

gungsspannungsniveau betrieben werden, wie die übrigen Schaltungsteile, und es wird der schaltungstechnische Aufwand vermieden, der erforderlich wäre, um mit dem von dem an der niedrigen Versorgungsspannung liegenden Naßbetriebsregler abgegebenen Signal ein unmittelbar an die hohe Maximalversorgungsspannung des Verstärkerteils der Oszillatorschaltung angebundenes Stellglied zu betätigen.

Daraus ergibt sich in Verbindung damit, daß der Verstärkerteil der Oszillatorschaltung als aktives Bauelement einen Transistor umfaßt, an dessen Kollektor-Emitter-Strecke die Versorgungsspannung anliegt und dessen Basis über einen Widerstand mit dem positiven Pol der Versorgungsspannung verbunden ist, der weitere Vorteil, daß eine automatische Anpassung des für diesen Transistor erforderlichen Basisstroms erreicht wird. Dieser Basisstrom muß groß sein, wenn am Verstärkerteil eine große Versorgungsspannung anliegt und der Transistor mit voller Leistung arbeitet, und kann kleiner werden, wenn zur Verringerung der abgegebenen Hochfrequenzleistung die am Verstärkerteil wirksame Versorgungsspannung dadurch verringert wird, daß durch das Stellglied das Emitterpotential des Transistors erhöht wird, was wegen des konstant bleibenden Kollektor-Potentials nicht nur eine Verringerung der Kollektor-Emitter-Spannung sondern auch eine Verkleinerung der die Größe des Basisstroms definierenden Basis-Emitter-Spannung zur Folge hat.

Vorzugsweise besteht die die Versorgungsspannung der Oszillatorschaltung verändernde Schaltungsanordnung aus zwei in Art einer Darlington-Schaltung miteinander verbundenen Transistoren, von denen der eine mit seiner Emitter-Kollektor-Strecke in der von der Oszillatorschaltung zum negativen Pol der Versorgungsspannung führenden Leitung liegt. Somit läßt sich dadurch, daß man diesen Transistor mehr in den leitenden oder mehr in den gesperrten Zustand treibt, der an ihm abfallende Teil der Versorgungsspannung und damit auch der für die Oszillatorschaltung bzw. ihren Verstärkerteil verbleibende Rest innerhalb eines weiten Bereiches variieren.

Wie bereits erwähnt, besteht eine wesentliche Idee der Erfindung darin, das Trockenlaufen des mechanischen Schwingers nicht wie beim Stand der Technik durch eine Überwachung des Flüssigkeitsstandes in dem betreffenden Behälter sondern dadurch zu erkennen, daß mit dem Übergang zwischen Naß- und Trockenbetrieb auftretende Änderungen geeigneter elektrischer Größen im Schwingensystem, d. h. entweder am Schwinger selbst oder in der ihn ansteuernden Oszillatorschaltung durch eine Detektoreinrichtung erfaßt und in der richtigen Weise ausgewertet werden.

Hinsichtlich der Auswahl und der Art und Weise der Überwachung dieser elektrischen Größen bestehen verschiedene Möglichkeiten. Im einfachsten Fall kann zum Beispiel nur ein einziger elektrischer Parameter untersucht werden, wobei es sich entweder um einen Gleichstrom- oder Gleichspannungswert oder um ein Hochfrequenzsignal handeln kann. Im letzteren Fall besteht die weitere Alternative, entweder die Amplitude oder aber die Phasenlage des Signals auf in Verbindung mit dem Trockenlaufen des Schwingers auftretende Änderungen hin zu untersuchen.

Trotz des geringfügig größeren schaltungstechnischen Aufwandes wird es erfindungsgemäß zur Gewinnung absolut eindeutiger und zuverlässiger Kriterien bevorzugt, daß die Detektorschaltung zur Erkennung der relativen Änderungen von zwei



verschiedenen, am Schwingensystem abgegriffenen Hochfrequenzsignalen ausgebildet ist. Hierfür sind beispielsweise die am Schwinger anliegende Hochfrequenzspannung und der in den Schwinger fließende Hochfrequenzstrom oder alternativ eine in der Oszillatorschaltung abfallende Hochfrequenzspannung und ein in der Oszillatorschaltung fließender Hochfrequenzstrom geeignet. Bevorzugt wird jedoch eine Mischform in der Weise verwendet, daß der Detektorschaltung ein die am Schwinger abfallende Hochfrequenzspannung und ein in den Verstärker der Oszillatorschaltung fließender Hochfrequenzstrom wiedergebendes Signal zugeführt sind, wobei es sich in der Praxis als besonders günstig erwiesen hat, wenn das eine der der Detektorschaltung zugeführten Signale den in den Transistor des Verstärker der Oszillatorschaltung fließenden Hochfrequenz-Emitter-Strom wiedergibt.

Da es sich in all diesen Fällen um den Vergleich von zwei Hochfrequenzsignalen handelt, besteht auch hier die Alternative, entweder Verschiebungen der relativen Phasenlage oder relative Amplitudenänderungen dieser beiden Signale als Kennzeichen für das Trockenlaufen des mechanischen Schwingers auszuwerten. Der Amplitudenvergleich wird besonders einfach, wenn die Detektorschaltung aus einem Gleichspannungskomparator besteht, dem die beiden ausgewählten Hochfrequenzsignale jeweils über eine Gleichrichterschaltung zugeführt sind.

Der Naßbetriebregler erhält, wie bereits ausführlich dargestellt, seine Ist-Wert-Information dadurch, daß ihm die am Schwinger anliegende Hochfrequenzspannung über einen Gleichrichter zugeführt wird. Ein besonders einfacher Schaltungsaufbau ergibt sich somit dadurch, daß diese Gleichrichterschaltung mit der dem Gleichspannungskomparator der Detektorschaltung vorgeschalteten Gleichrichterschaltung identisch ist.

Somit erhält also bei dieser Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung die Detektorschaltung zwei Gleichspannungssignale zugeführt, von denen das eine die Amplitude der am mechanischen Schwinger abfallenden Hochfrequenzspannung und das andere die Amplitude des in den Emitter des den Schwinger ansteuernden Transistors des Verstärker der Oszillatorschaltung fließenden Stroms darstellt. Das Verhältnis dieser beiden Gleichspannungen stellt ein ausgezeichnetes Kriterium dafür dar, ob der Schwinger durch eine ausreichende Flüssigkeitsmenge bedämpft wird oder im trockenen Zustand schwingt. Dabei ist von besonderer Bedeutung, daß dieses Kriterium eine eindeutige Aussage unabhängig von der Hochfrequenzleistung liefert, mit der der Schwinger angesteuert wird. Es ist also möglich, durch eine entsprechende Soll-Wert-Vorgabe für den Naßbetriebregler die an den mechanischen Schwinger angelegte Hochfrequenzleistung und damit auch die von ihm abgegebene Ultraschall-Leistung innerhalb weiter Grenzen zu variieren, ohne daß dadurch der Aussagewert des am Ausgang des Gleichspannungskomparators der Detektorschaltung erscheinenden Signals beeinträchtigt würde. Durch einfache schaltungstechnische Maßnahmen läßt sich nun der Gleichspannungskomparator so ausbilden, daß das an seinem Ausgang erscheinende Signal unabhängig von der an den Schwinger abgegebenen Hochfrequenzleistung in digitaler Weise von einem ersten auf einen zweiten Wert umspringt, wenn die den Eingängen des Gleichspannungskomparators zugeführten Signale durch ihre relative Änderung den Übergang vom Naßbetrieb zum Trockenbetrieb anzeigen und

umgekehrt. Durch dieses Umspringen des Ausgangssignals des somit gleichzeitig auch als Steuerstufe ausgebildeten Komparators können dann weitere Maßnahmen ausgelöst werden, die dazu dienen, den Schwinger vor einer Selbstzerstörung im Trockenbetrieb zu bewahren. Alternativ hierzu können Komparator und Steuerstufe auch voneinander getrennt aufgebaut werden.

Es wurde bereits dargelegt, daß wegen der durch die zu vernebelnde Flüssigkeit ausgeübten Bedämpfung des Schwingers diesem während des Naßbetriebs im allgemeinen eine Hochfrequenzleistung zugeführt werden muß, die ihn bei Wegfall der Bedämpfung zu übermäßigen, zu einer Beschädigung bzw. Zerstörung des Schwingers führenden Schwingungsamplituden anregen würde. Da die Höhe dieser Hochfrequenzleistung durch die Soll-Wert-Vorgabe für den Naßbetriebregler vorgegeben ist und dieser Regler versucht, ihren Wert konstant zu halten, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß zwischen den Naßbetriebregler und das Stellglied ein durch die Steuerstufe gesteuerter, beim Auftreten des ersten Wertes geschlossener und beim Auftreten des zweiten Wertes geöffneter Schalter geschaltet ist, wobei nach dem Öffnen dieses Schalters dafür gesorgt wird, daß das Stellglied so angesteuert wird, daß es die an den Schwinger angelegte Hochfrequenzleistung in einer die Zerstörungsgefahr beseitigenden Weise ändert.

Diese Ansteuerung des Stellgliedes kann auf verschiedene Weise erfolgen. So ist es möglich, die Zufuhr von Hochfrequenzleistung zum Schwinger völlig zu unterbrechen, indem man beispielsweise die Versorgungsspannung der Oszillatorschaltung soweit verringert, daß diese aufhört zu schwingen. Dies hat allerdings auch zur Folge, daß das Kriterium wegfällt, mit dessen Hilfe das Trockenlaufen des Schwingers erkannt wurde. Um hier nicht zu einem instabilen Hin- und Herschalten zwischen einem eine hohe Hochfrequenzleistung abgebenden Schwingzustand und einem nichtschwingenden Zustand zu kommen, muß dafür gesorgt werden, daß das Stellglied nachdem der Verbindungsschalter zum Naßbetriebregler geöffnet worden ist, mit Sicherheit in dem die Hochfrequenz-Leistungszufuhr zum Schwinger unterbindenden Zustand gehalten wird.

Dies hätte aber zur Folge, daß erstens der Aerosolzerzeuger nicht einfach dadurch wieder in den normalen Betriebszustand zurückgeführt werden kann, daß man dem Schwinger durch Nachgießen neue Flüssigkeit zuführt, und daß zweitens die Gefahr besteht, daß sich das Gerät aufgrund irgendeiner kurzfristig auftretenden Störspannung selbstständig abschaltet und in diesem abgeschalteten Zustand verbleibt, obwohl der Schwinger nicht trockengelassen ist.

Zur Vermeidung solcher Zuverlässigkeitsrisiken ist daher bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschallgenerators ein zweiter Regler vorgesehen, dessen Ausgang über einen ebenfalls von der Steuerstufe gesteuerten, beim Auftreten des ersten Wertes geöffneten und beim Auftreten des zweiten Wertes geschlossenen Schalter mit dem Stellglied verbunden ist und der das Stellglied so ansteuert, daß die Amplitude des an den mechanischen Schwinger angelegten Hochfrequenzsignals auf einem niedrigen, eine Beschädigung des Schwingers ausschließenden Wert gehalten wird.

Die grundlegende Idee dieser Variante ist es, den mechanischen Schwinger bei einem durch die Detektorschaltung erkannten Trockenlaufen nicht einfach



stillzuliegen, sondern auf einem Leistungsniveau weiter-schwingen zu lassen, das der verringerten Bedämpfung so angepaßt ist, daß es zu keiner Beschädigung oder Zerstörung des Schwingers kommen kann. Dies bietet den Vorteil, daß auch nach dem Umschalten in den Trockenbetrieb der Detektorschaltung immer noch die richtige Information darüber zur Verfügung steht, ob der Schwinger bedämpft ist oder nicht. Aufgrund dieser weiterhin vorhandenen Information ist es nicht erforderlich, die Umschaltung in der oben erwähnten Weise selbstblockierend vorzunehmen, so daß es genügt, in dem Aerosolzerzeuger einfach wieder Flüssigkeit nachzufüllen, um von der reduzierten wieder zur vollen Schwingleistung zurückzukehren. Außerdem kann die Schaltung dann, wenn sie aufgrund eines Störsignals »versehentlich« vom Naß- auf den Trockenbetrieb umgeschaltet ist, selbsttätig und ohne irgendwelche Risiken wieder zur vollen Leistungsabgabe zurückkehren, sobald das Störsignal wegfällt.

Bevorzugt ist dem zweiten Regler als Ist-Wert die an dem mit dem Stellglied verbundenen Versorgungsspannungseingang des Verstärkerteils der Oszillatorschaltung vorhandene Gleichspannung und als Soll-Wert ein einstellbarer Teilbetrag der an dem anderen Versorgungsspannungseingang des Verstärkerteils vorhandenen Gleichspannung zugeführt. Durch diese schaltungsmäßig sehr einfachen Maßnahmen wird praktisch die Versorgungsgleichspannung des Verstärkerteils der Oszillatorschaltung als Regelgröße verwendet und durch den Regler auf einem vorbestimmten niedrigen Wert gehalten. Da die Höhe der vom Verstärkerteil an den Schwinger abgegebenen Hochfrequenzleistung mit dieser Versorgungsspannung in einem eindeutigen Zusammenhang steht, führt dies zu dem gewünschten Ergebnis, zumal im Trockenbetrieb eine weit geringere Regelgenauigkeit als im Naßbetrieb erforderlich ist.

Um zu vermeiden, daß es in dem kurzen Zeitraum, während dessen die Detektorschaltung vom Naß- auf den Trockenbetrieb oder vom Trocken- auf den Naßbetrieb umschaltet, zu undefinierten, eine Schwingneigung der gesamten Schaltung heraufbeschwörenden Verhältnissen kommt, ist vorzugsweise eine das Stellglied während des Umschaltvorganges mit einem definierten Eingangssignal versorgende Schaltungsanordnung vorgesehen.

Bei den hier in Rede stehenden Ultraschallgeneratoren besteht die Möglichkeit, daß es aufgrund irgendeines Defektes zu einem Aussetzen der Oszillatorschwingungen kommt. Würde ein solcher Fehler während des Naßbetriebes auftreten, so würde der betreffende Regler zunächst einfach feststellen, daß der Ist-Wert der Amplitude der am mechanischen Schwinger anliegenden Hochfrequenzspannung nicht dem vorgegebenen Soll-Wert entspricht und würde versuchen, die Versorgungsgleichspannung des Verstärkerteils der Oszillatorschaltung zu erhöhen, um hier wieder zu einem Ausgleich zu gelangen. Da aber die Oszillatorschaltung nicht mehr schwingt, würden diese Regelversuche ohne Erfolg bleiben und es könnte zu einer Beschädigung bzw. Zerstörung der Transistoren des Stellgliedes und/oder des den Verstärkerteil versorgenden Netzgerätes kommen.

Um dies zu vermeiden, werden bei einer bevorzugten Ausführungsform die beiden dem Gleichspannungskomparator vorgeschalteten Gleichrichterschaltungen mit solchen unterschiedlichen Vorspannungen betrieben, daß bei einem Wegfall der Hochfrequenzsignale der Gleichspannungskomparator Eingangssignale er-

hält, die einem Trockenbetrieb entsprechen. Setzt also aus irgendeinem Grund die Ansteuerung des Schwingers aus, so fällt sowohl die an ihm anliegende Hochfrequenzspannung als auch der in den Emitter des Verstärkertransistors fließende Hochfrequenzstrom weg. Dadurch geben die beiden zugehörigen Gleichrichterschaltungen aufgrund der speziell gewählten Vorspannungen Signale ab, die der Detektorschaltung ein Trockenlaufen des Schwingers simulieren. Dadurch schaltet die Detektorschaltung vom Naßbetriebsregler auf den Trockenbetriebsregler um, und da letzterer seinen Ist-Wert nicht von einem Hochfrequenzsignal, sondern von dem zwischen Stellglied und Verstärkerteil herrschenden Gleichspannungspotential ableitet, ist die oben erwähnte Beschädigungs- bzw. Zerstörungsgefahr gebannt.

Besonders vorteilhaft läßt sich die erfindungsgemäße Schaltung in Verbindung mit Kristall-Schwingern verwenden, da bei diesen die Gefahr einer durch Trockenlaufen bedingten Selbstzerstörung besonders groß ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben; in dieser zeigt

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Ultraschallgenerators.

Fig. 2 ein detailliertes Schaltbild einer nach dem Diagramm in Fig. 1 aufgebauten Ausführungsform.

Fig. 3 eine die Eingangskennlinien des Gleichspannungskomparators der Detektorschaltung, wiedergegebene graphische Darstellung und

Fig. 4 ein mit Dimensionierungsangaben für die verwendeten Bauteile versehenes Schaltbild eines besonders bevorzugten Hochfrequenzteils des erfindungsgemäßen Ultraschallgenerators.

Gemäß Fig. 1 umfaßt ein erfindungsgemäßer Ultraschallgenerator ein Schwingensystem 10, das im vorliegenden Fall aus einem als Kristall-Schwinger dargestellten mechanischen Schwinger 11 und einer Oszillatorschaltung 12 besteht, die mit dem mechanischen Schwinger zu einem selbstschwingenden Serienresonanzkreis zusammengeschaltet ist. Die Gleichstromversorgung der Oszillatorschaltung 12 erfolgt über die Leitungen 14 und 15, wobei die Leitung 14 unmittelbar an eine beispielsweise positive Versorgungsspannung  $V_1$  angeschlossen ist, während die Leitung 15 über ein Stellglied 17 mit der Systemmasse verbunden ist. Die Drossel 16 ist hier nur in symbolischer Weise eingezeichnet, um anzudeuten, daß Maßnahmen ergriffen werden, damit auf der Leitung 15 im Bereich der Oszillatorschaltung 12 fließende Hochfrequenzströme nicht zum Stellglied 17 und der zwischen der Drossel 16 und dem Stellglied 17 abgezweigten Leitung 18 gelangen.

Die von der Oszillatorschaltung 12 an den mechanischen Schwinger 11 angelegte Hochfrequenzspannung wird durch einen Gleichrichter 20 gleichgerichtet und einer Detektorschaltung 23 zugeführt, die außerdem vom Gleichrichter 21 ein die Amplitude des in die Oszillatorschaltung 12 fließenden hochfrequenten Verstärkerstroms darstellendes Signal erhält. Die Detektorschaltung 23 umfaßt einen in Fig. 1 nicht dargestellten Komparator, der die von den Gleichrichtern 20 und 21 abgegebenen Signale miteinander vergleicht und dann, wenn sich deren relative Größe ändert, über eine in Fig. 1 ebenfalls nicht dargestellte Steuerstufe ein sich sprunghaft änderndes Signal abgibt, mit dessen Hilfe die beiden Schalter 30 und 31 betätigt werden können. Weiterhin ist das Ausgangssignal des Gleichrichters 20

dem Ist-Wert-Eingang eines Reglers 25 zugeführt, der an seinem anderen Eingang eine durch eine symbolisch als Potentiometer 28 dargestellte Schaltungsanordnung stabilisierte und von Hand verstellbare Gleichspannung als Soll-Wert erhält.

Wie in Fig. 1 durch den Doppelpfeil 4 dargestellt, lassen sich die Schalter 30 und 31, die selbstverständlich auch als elektronische Schalter ausgebildet sein können, aus der dargestellten Stellung in eine Lage bringen, in der der Schalter 31 geöffnet und der Schalter 30 geschlossen ist. In diesem Zustand ist dann der Ausgang des Reglers 25 mit dem Eingang des Stellgliedes 17 verbunden, das von ihm so gesteuert wird, daß es durch eine entsprechende Änderung der am Verstärkerteil der Oszillatorschaltung 12 abfallenden Versorgungsspannung eventuell auftretenden Änderungen der von diesem Verstärkerteil an den mechanischen Schwinger 11 abgegebenen Hochfrequenzleistung gerade entgegenwirkt. Das Schwingensystem 10, der Regler 25 und das Stellglied 17 bilden also einen durch den Schalter 30 schließ- bzw. auftrennbaren ersten Regelkreis, mit dessen Hilfe im sogenannten Naßbetrieb, d. h. dann, wenn der mechanische Schwinger 11 von einer ausreichenden Flüssigkeitsmenge bedeckt und dadurch entsprechend stark bedämpft ist, die an den Schwinger 11 abgegebene Hochfrequenzleistung und damit auch die für die Erzeugung eines Flüssigkeitsnebels zur Verfügung stehende Ultraschall-Leistung auf dem durch die von Hand verstellbare Schaltungsanordnung 28 vorgegebenen Wert gehalten wird.

Daneben ist ein zweiter Regelkreis vorgesehen, der die Schwingenanordnung 10, den Regler 26 und das Stellglied 17 umfaßt und durch den Schalter 31 geschlossen bzw. geöffnet werden kann. Dieser zweite Regelkreis dient dazu, im sogenannten Trockenbetrieb, d. h. dann, wenn der mechanische Schwinger 11 nicht mehr durch eine zu zerstäubende Flüssigkeit in seiner Schwingungsamplitude bedämpft wird, die dem Schwinger zugeführte Hochfrequenzleistung auf einem ungefährlichen, eine Selbstbeschädigung mit Sicherheit ausschließenden niedrigeren Wert zu halten. Zu diesem Zweck wird dem Regler 26 über die Leitung 18 als Ist-Wert das zwischen dem Stellglied 17 und dem zugehörigen Versorgungsspannungseingang der Oszillatorschaltung 12 vorhandene Gleichspannungspotential und über die Leitung 19 als Soll-Wert ein durch eine symbolisch als Potentiometer dargestellte Schaltungsanordnung 29 einstellbarer Bruchteil der Versorgungsspannung  $V_1$  zugeführt. Dieser Bruchteil ist so gewählt, daß der ihm entsprechende Gleichspannungsabfall an der Oszillatorschaltung 12 und die hiermit gekoppelte an den Schwinger 11 angelegte Hochfrequenzleistung genügend klein sind, um den Schwinger auch bei einem längerfristigen Trockenbetrieb keiner Beschädigungsgefahr auszusetzen.

Arbeitet die gesamte Anordnung im Naßbetrieb, ist also der Schwinger 11 in seiner Schwingungsamplitude durch eine ausreichende Flüssigkeitsmenge bedämpft, so erkennt dies die Detektorschaltung 23 anhand der ihr über die Gleichrichter 20 und 21 zugeführten Signale, aufgrund derer sie den Schalter 30 geschlossen hält, so daß der Regler 25 mit dem Stellglied 17 verbunden ist. Läuft nun der mechanische Schwinger 11 trocken, so ändert sich zunächst die an ihm anliegende Hochfrequenzspannung und damit auch das vom Gleichrichter 20 abgegebene Signal noch nicht, da ja der Regler 25 für eine Konstanz dieser Werte sorgt. Aufgrund der beim Trockenlaufen wegfallenden Bedämpfung sinkt jedoch

der in die Leitung 15 der Oszillatorschaltung 12 fließende Hochfrequenzstrom stark ab, so daß das vom Gleichrichter 21 abgegebene Gleichspannungssignal seinen Wert im Vergleich zu dem vom Gleichrichter 20 abgegebenen Signal sehr stark ändert. Diese Änderung wird von der Detektorschaltung 23 erkannt, die daraufhin den Wert bzw. die Amplitude ihres Ausgangssignals sprunghaft ändert, wodurch der Schalter 30 geöffnet und der Schalter 31 geschlossen wird. Gleichzeitig wird eine mit dem Ausgang der Detektorschaltung 23 verbundene Anzeigevorrichtung 35 aktiviert, die beispielsweise durch ein optisches oder akustisches Signal einer Bedienungsperson einen Hinweis darauf liefert, daß der Aerosolerzeuger keine Flüssigkeit mehr enthält.

Durch das Schließen des Schalters 31 tritt der oben beschriebene zweite Regelkreis in Aktion und schützt den mechanischen Schwinger 11 vor einer Beschädigung. Mit dem Eingang des Stellgliedes 17 ist auch noch die Schwingungsanordnung 33 verbunden, die dazu dient, während des Umschaltens der Schalter 30 und 31 am Eingang des Stellgliedes eine definierte Spannung und damit insgesamt einen definierten Zustand des Gesamtsystems aufrechtzuerhalten.

Die Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Ultraschallgenerators, deren detailliertes Schaltbild in Fig. 2 wiedergegeben ist, besitzt denselben prinzipiellen Aufbau, wie er im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben wurde. Die entsprechenden Schaltungseinheiten sind jeweils durch gestrichelte Linien zusammengefaßt und mit denselben Bezugszeichen versehen, wie sie auch in Fig. 1 verwendet wurden.

So besteht auch hier die Schwingenanordnung 10 aus einem Kristall-Schwinger 11, und einer ihn ansteuernden Oszillatorschaltung 12.

Die Oszillatorschaltung umfaßt als aktives Verstärker-Bauelement einen Transistor 40, der mit seiner Kollektor-Emitter-Strecke an der Gleich-Versorgungsspannung liegt und der mit seinem Kollektor über den Kondensator 41 und mit seiner Basis direkt mit dem mechanischen Schwinger 11 und einem hierzu parallelgeschalteten Widerstand 42 verbunden ist. Diese Anordnung bildet eine selbstschwingende Oszillatorschaltung in Serienresonanz, wobei der Gleichspannungs-Abschluß des Emitters des Transistors 40 einerseits über einen Kondensator 47 mit der Basis des Transistors und andererseits über einen Kondensator 48 mit dem Kollektor dieses Transistors verbunden ist. In der Kollektorleitung des Transistors 40 ist eine Drossel 45 angeordnet, die dazu dient, einen Kurzschluß der Hochfrequenzspannung über die Stromversorgung zu verhindern. Um den positiven Versorgungsspannungsanschluß  $V_1$  von Hochfrequenz freizuhalten, ist zwischen ihm und die Systemmasse ein Kondensator 46 geschaltet.

Die Auskopplung der vom Transistor 40 an den mechanischen Schwinger 11 angelegten Hochfrequenzspannung erfolgt über einen Kondensator 49, der dieses Signal an den aus zwei Widerständen 57 und 58 bestehenden Eingangsspannungsteiler der Gleichrichterschaltung 20 weitergibt, die eine als Gleichrichter dienende Diode 56 und einen Ladekondensator 71 umfaßt.

In die Emitterleitung des Transistors 40 ist die Primärwicklung 38 eines zur Auskoppelung des hier fließenden Hochfrequenzstromes dienenden Übertragers 37 gelegt, dessen Sekundärwicklung 39 mit der beiden Enden des Eingangswiderstandes 61 der zweiter

Gleichrichterschaltung 21 verbunden ist, die eine als Gleichrichter dienende Diode 60 und einen Ladekondensator 112 umfaßt, wobei die Anode der Diode 60 mit dem einen Anschluß des Widerstandes 61 und deren Kathode über einen Widerstand 62 mit dem anderen Anschluß des Widerstandes 61 verbunden ist.

Die gegenüber dem Blockschaltbild aus Fig. 1 neu hinzugekommene Schaltungsanordnung 22 umfaßt einen aus den Widerständen 67, 68 und 69 bestehenden Spannungsteiler, der mit seinem einen Ende an der Systemmasse und mit seinem anderen Ende an einer Gleichspannung liegt, die von der Versorgungsspannung  $V_1$  (zum Beispiel 45 V) abgezweigt und durch eine Zenerdiode 65 und deren Strombegrenzungswiderstand 66 stabilisiert ist. Die am Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 67 und 68 des Spannungsteilers abgreifbare, höhere Gleichspannung (zum Beispiel 0,55 V) ist über einen Widerstand 59 der Kathode der Gleichrichterdioden 56 der Gleichrichterschaltung 20 zugeführt, während die zwischen den Widerständen 68 und 69 abgreifbare, niedrigere Gleichspannung (zum Beispiel 0,48 V) an den Verbindungspunkt der Widerstände 61 und 62 der Gleichrichterschaltung 21 gelegt ist. Hierdurch werden die Gleichrichterschaltungen 20 und 21 mit unterschiedlichen Vorspannungen betrieben, die bewirken, daß dann, wenn aus irgendeinem Grund die ihnen von der Oszillatorschaltung 12 her zugeführten Hochfrequenzsignale ausfallen, an ihren Ausgängen Gleichspannungspegel anliegen, die einen Trockenbetrieb des erfindungsgemäßen Aerosolerzeugers simulieren.

Das von der Diode 56 der Gleichrichterschaltung 20 abgegebene, zur Hochfrequenzspannung am mechanischen Schwinger 11 proportionale Gleichspannungssignal gelangt über einen als Impedanzwandler geschalteten Differenzverstärker 70, dessen Signaleingang über den Ladekondensator 71 mit der Systemmasse verbunden ist, einerseits an die Detektorschaltung 23 und andererseits an die Anode einer Entkoppeldiode 75 des Naßbetriebsreglers 25, deren Kathode über einen Serienwiderstand 76 mit dem invertierenden Eingang eines Differenzverstärkers 77 verbunden ist. Der nichtinvertierende Eingang dieses Differenzverstärkers 77 ist mit einem veränderbaren Widerstand 85 verbunden, der mit einem festen Widerstand 86 zum Aufbau eines Spannungsteilers in Reihe geschaltet ist, dessen eines Ende mit der Systemmasse und dessen anderes Ende mit einer Gleichspannung in Verbindung steht, die von einer zweiten Versorgungsspannung  $V_2$  (zum Beispiel 24 V) abgeleitet und durch eine Zenerdiode 83 und deren Strombegrenzungswiderstand 84 stabilisiert ist. Mit Hilfe dieser Spannungsteilerschaltung 28 kann der Soll-Wert für den Regler 25 verändert und somit die vom mechanischen Schwinger 11 abgegebene Ultraschall-Leistung im Naßbetrieb auf einen gewünschten Wert eingestellt werden.

Der Ausgang des Differenzverstärkers 77 ist in der üblichen Weise über einen Kondensator 81 und einen damit in Reihe geschalteten Widerstand 80 auf den invertierenden Eingang gegengekoppelt, der überdies über einen Widerstand 78 mit der Systemmasse verbunden ist.

Der zweite, die an den mechanischen Schwinger 11 im Trockenbetrieb abgegebene Hochfrequenzleistung stabilisierende Regler 26 besteht im wesentlichen aus einem Differenzverstärker 96, dessen nichtinvertierendem Eingang über einen aus den Widerständen 90, 91 und 92 bestehenden Spannungsteiler die am negativen

Versorgungsspannungseingang der Oszillatorschaltung 12 vorhandene Gleichspannung als Ist-Wert zugeführt ist, wobei der zwischen den Verbindungspunkt der Widerstände 90 und 91 und die Systemmasse geschaltete Kondensator 93 zur Ausfilterung von eventuell noch vorhandenen Hochfrequenzanteilen dient.

Der invertierende Eingang des Differenzverstärkers 96 ist einerseits mit dessen Ausgang über den üblichen Gegenkopplungswiderstand 94 und einen damit in Reihe liegenden Kondensator 95 verbunden und andererseits an den Mittelpunkt eines aus den Widerständen 105 und 106 aufgebauten Spannungsteilers gelegt, der mit seinem einen Ende an die Systemmasse und mit seinem anderen Ende an den Schleifkontakt eines veränderbaren Widerstandes 104 angeschlossen ist, der seinerseits mit dem Widerstand 103 einen Spannungsteiler bildet, der mit seinem einen Ende an der Versorgungsspannung  $V_1$  und mit seinem anderen Ende an einer durch eine Zenerdiode 101 und deren mit seinem anderen Ende mit der Systemmasse verbundenen Strombegrenzungswiderstand 102 definierten Gleichspannung liegt. Die aus den Bauelementen 101 bis 106 gebildete Spannungsteileranordnung dient dazu, dem Regler 26 einen Soll-Wert vorzugeben, der einen einstellbaren Bruchteil der am positiven Versorgungsspannungseingang der Oszillatorschaltung 12 anliegenden Gleichspannung  $V_1$  darstellt.

Wie bereits erwähnt, gelangt das vom Gleichrichter 20 abgegebene und durch den Differenzverstärker 70 in seiner Leistung verstärkte Signal nicht nur an den Naßbetriebsregler 25, sondern auch an den einen Eingang der Detektorschaltung 23. Hier wird sie zunächst dem oberen Ende eines aus den Serienwiderständen 113 und 114 bestehenden Spannungsteilers zugeführt, der mit seinem unteren Ende mit der Systemmasse verbunden ist. Der Widerstand 113 ist als Potentiometer ausgebildet, dessen Abgriff mit der Anode einer Diode 115 verbunden ist, deren Kathode an den Verbindungspunkt von zwei in Reihe geschalteten Widerständen 118 und 119 gelegt ist. Das andere Ende des Widerstandes 118 ist mit dem Mittelpunkt eines aus den Reihenwiderständen 116 und 117 gebildeten Spannungsteilers verbunden, der zwischen der niedrigeren Versorgungsspannung  $V_2$  und der Systemmasse liegt. Das zweite Ende des Widerstandes 119 ist dagegen mit dem nichtinvertierenden Eingang eines Komparators 110 verbunden. Dem invertierenden Eingang dieses Komparators 110 wird über einen Widerstand 111 das zu dem im Emitter des Transistors 40 fließenden Hochfrequenzstrom proportionale Ausgangssignal der Gleichrichterschaltung 21 zugeführt, das durch den Ladekondensator 112 von noch vorhandenen Hochfrequenzanteilen befreit wird.

Das zuvor beschriebene, dem nichtinvertierenden Eingang des Komparators 110 vorgeschaltete Dioden-Widerstands-Netzwerk dient dazu, den nahezu linearen Verlauf der Kennlinie des Spannungsgleichrichters durch Unterdrückung der kleinen Spannungen im Anlaufgebiet der Gleichrichterkennlinie so zu verzerren, daß er dem Verlauf der wesentlich stärker nichtlinearen Kennlinie des Stromgleichrichters entspricht. Dies dient insbesondere dazu, für die Eingangslinien des Komparators 110 in etwa den in Fig. 3 wiedergegebenen und weiter unten noch genauer erläuterten Verlauf zu erzielen.

Der Ausgang des Komparators 110 ist über den Widerstand 120 gleichstrommäßig auf den nichtinvertierenden Eingang zurückgekoppelt, so daß sich eine

Hysteresis seiner Schaltfunktion ergibt.

Das bedeutet, daß dann, wenn die dem gleichgerichteten Strom proportionale Spannung  $V_i$  größer als die gleichgerichtete Hochfrequenzspannung  $V_u$  ist, die Ausgangsspannung des Komparators 110 ungefähr 0 Volt beträgt, und dann, wenn die dem gleichgerichteten Strom proportionale Spannung  $V_i$  kleiner als die gleichgerichtete Hochfrequenzspannung  $V_u$  wird, was einem Trockenlaufen des mechanischen Schwingers entspricht, sprunghaft auf etwa +24 Volt ansteigt und umgekehrt.

Diese beiden Pegel des vom Komparator 110 abgegebenen Ausgangssignals sind so gewählt, daß in dem einen Fall (0 Volt = Naßbetrieb) die Diode 79 des Reglers 25 gesperrt ist, so daß dieser Regler arbeitet und mit seinem Ausgangssignal über die Entkopplungsdiode 128 und die noch zu beschreibende Schaltung 33 auf den Eingang des Stellgliedes 17 so einwirkt, daß dieses die an den mechanischen Schwinger 11 abgegebene Hochfrequenzleistung auf einem der durch die Spannungsteilerschaltung 28 festgelegten Soll-Wert-Vorgabe entsprechenden Wert hält. Andererseits wird der Regler 26 in diesem Betriebszustand durch die Diode 97 außer Funktion gesetzt. Im anderen Fall (Ausgangsspannung des Komparators 110 ungefähr +24 Volt = Trockenbetrieb) wird der Regler 25 über die Diode 79 gesperrt und außer Betrieb gesetzt, während der Regler 26 über die Diode 97 eingeschaltet wird und nun seinerseits über die Entkopplungsdiode 127 und die Schaltung 33 auf das Stellglied 17 so einwirkt, daß dieses die an der Oszillatorschaltung 12 abfallende Versorgungsspannung  $V_i$  damit auch die von der Oszillatorschaltung an den mechanischen Schwinger 11 abgegebene Hochfrequenzleistung auf einen niedrigen, ungefährlichen Wert begrenzt.

Die beiden Dioden 79 und 97 übernehmen hier also in Verbindung mit den Polaritäten der durch sie angesteuerten Eingänge der Differenzverstärker 77 bzw. 96 und den zugehörigen Widerständen 78 bzw. 92 die Funktion der in Fig. 1 gesondert dargestellten Schalter 30 und 31. Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 liefert also ein Beispiel dafür, wie diese Schalter als elektronische Schalter ausgebildet sein können. Da sie hier allerdings in sehr starkem Maße in die Regler 25 und 26 miteinbezogen sind, erschien es nicht sinnvoll, sie in der Fig. 2 als gesonderte Baugruppe darzustellen.

Die am Ausgang des Komparators 110 herrschende Spannung dient auch noch dazu, über den Spannungsteiler 123, 124 die Basis eines Treibertransistors 122 anzusteuern, der mit seinem Emitter unmittelbar an der Systemmasse liegt und in dessen Kollektorleitung ein Lämpchen 125 geschaltet ist. Diese Anzeigevorrichtung 35 dient dazu, der Bedienungsperson anzuzeigen, wenn die Detektorschaltung 23 ein Trockenlaufen des mechanischen Schwingers festgestellt und vom Naßbetriebregler 25 auf den Trockenbetriebregler 26 umgeschaltet hat.

Bei diesem Umschalten könnte es vorkommen, daß der Oszillator 12 für einige Millisekunden aufhört zu schwingen, wodurch dann auch das von der Detektorschaltung 23 untersuchte Kriterium wegfallen würde; somit könnte die gesamte Schaltung in einen undefinierten Zustand geraten. Um dies zu vermeiden, ist zwischen den Verbindungspunkt der Entkopplungsdioden 127 und 128 und den Eingang des Stellgliedes 17 eine Schaltungsanordnung 33 geschaltet, die im wesentlichen aus zwei in Reihe geschalteten Widerständen 130 und 131, einem vom Verbindungspunkt dieser Widerstände

zur Systemmasse führenden Widerstand 132 und einer parallel zu diesem Widerstand 132 angeordneten Serienschaltung aus einem Widerstand 133 und einem Kondensator 134 besteht. Dieser Kondensator 134 dient als Ladekondensator, der dafür sorgt, daß der Übergang der Ansteuerung des Stellgliedes 17 vom Naßbetriebregler 25 auf den Trockenbetriebregler 26 nicht abrupt sondern gleitend erfolgt. Dadurch kann es nicht mehr zu einem, wenn auch nur kurzzeitigen Aussetzen der Oszillatorschwingungen kommen.

Das Stellglied 17 schließlich umfaßt eine von den Transistoren 152 und 153 gebildeten Darlington-Konfiguration, wobei der Transistor 152 in der Gleichstromversorgungsleitung des Oszillators 12 angeordnet ist. Seinen Basisstrom erhält er von einem von den Widerständen 154 und 155 gebildeten Spannungsteiler, der den Emitterwiderstand eines Transistors 153 bildet, der mit seinem Kollektor an der niedrigeren Versorgungsspannung  $V_2$  liegt und an seiner Basis die von der Schaltungsanordnung 33 kommenden Signale erhält.

Diese Signale stammen, wie bereits ausführlich erläutert, von einem der beiden Regler 25 bzw. 26 und bewirken, daß in Abhängigkeit davon, ob zur Vergrößerung oder Verkleinerung der an den mechanischen Schwinger 11 abgegebenen Hochfrequenzleistung die am Transistor 40 der Oszillatorschaltung 12 abfallende Betriebsspannung vergrößert oder verkleinert werden soll, der Transistor 152 weiter in den leitenden oder weiter in den gesperrten Zustand gesteuert wird, was zur Folge hat, daß an ihm ein kleinerer oder ein größerer Teil der insgesamt zur Verfügung stehenden Versorgungsspannung  $V_i$  abfällt.

In diesem Zusammenhang sei nochmals darauf hingewiesen, daß die eben erwähnte Vergrößerung bzw. Verkleinerung der an dem mechanischen Schwinger 11 abgegebenen Hochfrequenzleistung aus drei grundsätzlich verschiedenen Gründen erforderlich sein kann, nämlich entweder weil eine Umschaltung vom Trockenbetriebregler 26 auf den Naßbetriebregler 25 oder umgekehrt stattgefunden hat, oder weil die Soll-Wert-Vorgabe für die vom mechanischen Schwinger abzugebende Ultraschall-Leistung durch ein Verstellen des von Hand betätigbaren Potentiometers 85 erfolgt ist, oder weil einer beginnenden, auf Störeinflüssen beruhenden Tendenz zur Verringerung bzw. Vergrößerung der Hochfrequenzleistung entgegengewirkt werden soll.

In Fig. 3 sind in Form eines Diagramms die an den beiden Eingängen des Gleichspannungskomparators 110 der Detektorschaltung 23 anliegenden Spannungen  $V_i$  und  $V_u$  gegeneinander aufgetragen. Wie bereits erwähnt, handelt es sich hierbei um Gleichspannungen, die in einem eindeutigen Zusammenhang mit dem in der Emitterleitung des Transistors 40 fließenden Hochfrequenzstrom bzw. mit der am mechanischen Schwinger 11 abgreifbaren Hochfrequenzspannung stehen. Da zur Anpassung der vom mechanischen Schwinger 11 abgegebenen Ultraschall-Leistung an die verschiedenen Anwendungsfälle, die am Schwinger 11 abfallende Hochfrequenzspannung mit Hilfe des Potentiometers 85 auf die verschiedensten Werte eingestellt werden kann, ist im Diagramm der Fig. 3 die zu dieser Hochfrequenzspannung proportionale Gleichspannung  $V_u$  auf der Abszisse aufgetragen. Man sieht, daß zu jedem Wert von  $V_u$  zwei verschiedene Werte von  $V_i$  gehören, die zwei deutlich voneinander verschiedenen Hochfrequenz-Emitterströmen des Transistors 40 entsprechen. Der größere dieser beiden Werte ergibt sich jeweils dann, wenn der mechanische Schwinger 11

durch eine ausreichende Menge der zu vernebelnden Flüssigkeit bedämpft ist, während der kleinere der beiden  $V_f$ -Werte einem unbedämpften mechanischen Schwinger entspricht. Man erhält also die beiden in Fig. 3 wiedergegebenen Kennlinien, von denen die obere dem Naßbetrieb und die untere dem Trockenbetrieb des erfindungsgemäßen Aerosolerzeugers entspricht. Geht man davon aus, daß die beiden Eingänge des Gleichspannungskomparators 110 dieselbe Empfindlichkeit besitzen, so verläuft die Schaltschwelle dann, wenn man für die beiden Koordinatenachsen denselben Maßstab verwendet, in der dargestellten Weise unter einem Winkel von  $45^\circ$ .

Die im Diagramm wiedergegebene Form der Naß- und Trockenkennlinien beruht insbesondere auf der Wirkung des dem nichtinvertierenden Eingang des Differenzverstärkers 110 vorgeschalteten Dioden-Widerstands-Netzwerkes 113 bis 119 sowie den unterschiedlichen Vorspannungen der Gleichrichter 20 und 21. Dieses Netzwerk ist so ausgelegt, daß die eine der beiden Kennlinien vollständig oberhalb und die andere vollständig unterhalb der Schaltschwelle liegt, da nur so für jeden eingestellten Wert von  $V_a$  ein eindeutiger Betriebszustand für die Gesamtschaltung erzielt werden kann. Würde eine der Kennlinien die gestrichelte gezeichnete Schaltschwelle überkreuzen oder beide Kennlinien auf derselben Seite der Schaltschwelle liegen, so könnte das Gerät in völlig zufälliger Weise und unabhängig von der Tatsache, ob der mechanische Schwinger von Flüssigkeit bedeckt ist oder nicht, zwischen den beiden Kennlinien hin- und herspringen, wodurch nicht nur ein vernünftiger Betrieb nicht mehr gewährleistet sondern auch eine Zerstörungsgefahr für den Schwinger gegeben wäre.

Zwar ist es möglich, durch eine geeignete Dimensionierung des Dioden-Widerstands-Netzwerkes 113 bis 119 den in Fig. 3 wiedergegebenen idealisierten linearen Kennlinienverlauf zu erzielen, doch ist dies nicht unbedingt erforderlich. Auch bei geknickt oder wellig verlaufenden Kennlinien arbeitet die Anordnung einwandfrei, solange es nicht zu einer Überschneidung der Kennlinien untereinander oder mit der Schaltschwelle kommt.

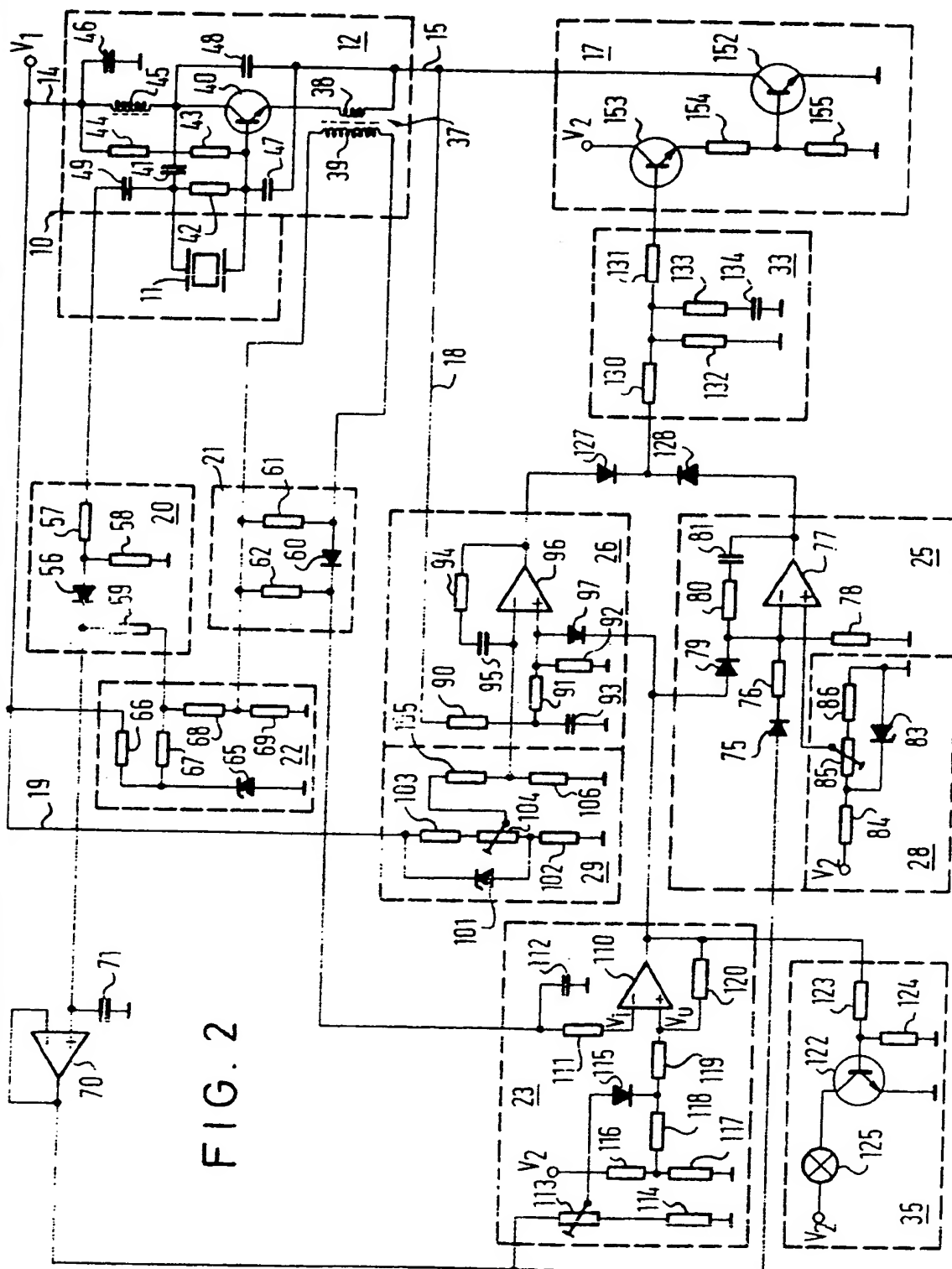
In der Praxis wird man versuchen, die Kennlinien in ihrem unteren Bereich möglichst weit an den Nullpunkt anzunähern, um auch diese niedrigen Leistungsbereiche ausnutzen zu können. Allerdings sind hier gewisse Grenzen gesetzt, da insbesondere dann, wenn man mit den Gleichrichtern 20 und 21 nur den in Fig. 2 dargestellten, geringen Schaltungsaufwand treiben will, den Gleichspannungen  $V_f$  und  $V_a$  ein Rauschanteil überlagert ist, der bei zu großer Annäherung der Kennlinien an die Schaltschwelle dazu führen würde, daß die Schaltung in undefinierter Weise von einer Kennlinie zur anderen wechselt.

Dieses Rauschen ist im Naßbetrieb wesentlich stärker als im Trockenbetrieb, weil hier aus dem vom Schwinger 11 erzeugten Nebel einzelne Tröpfchen wieder in die Flüssigkeit zurückfallen und damit durch eine Art »Mikrofoneffekt« ein Störsignal erzeugen, das im Trockenbetrieb nicht auftreten kann.

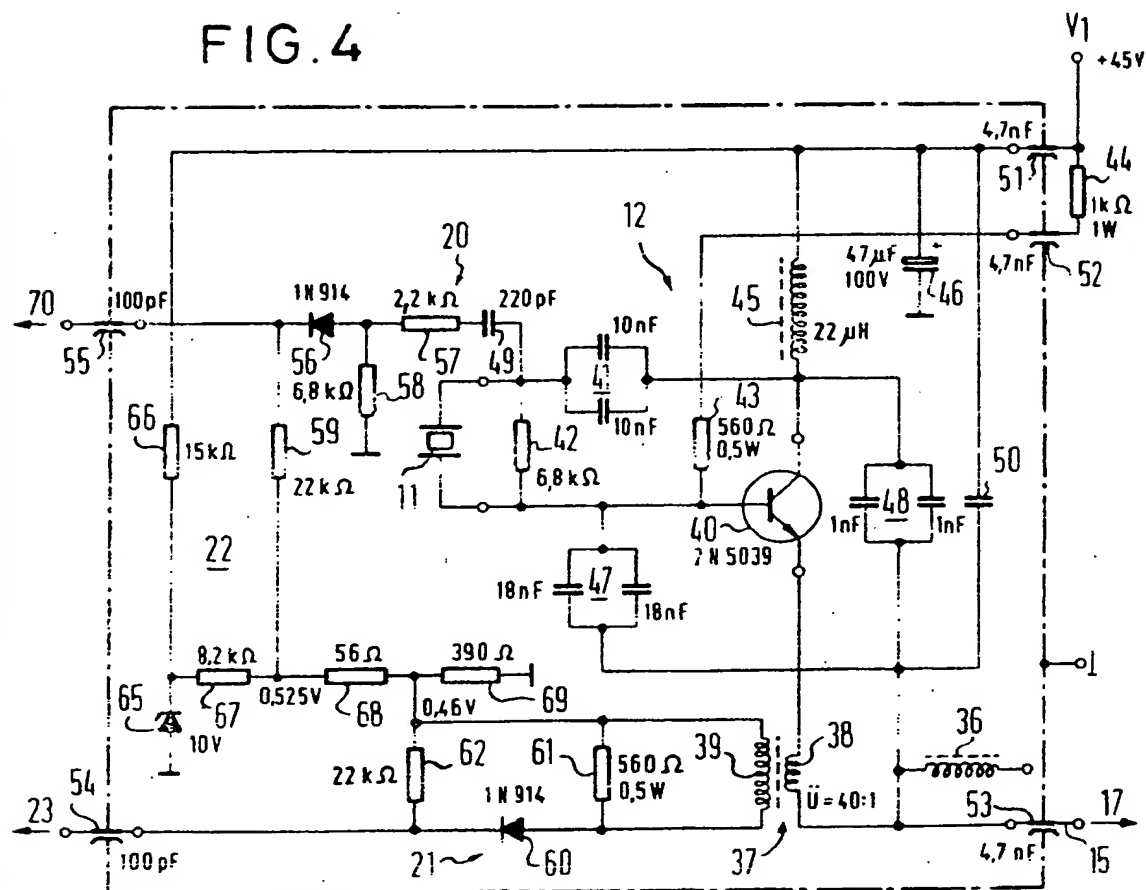
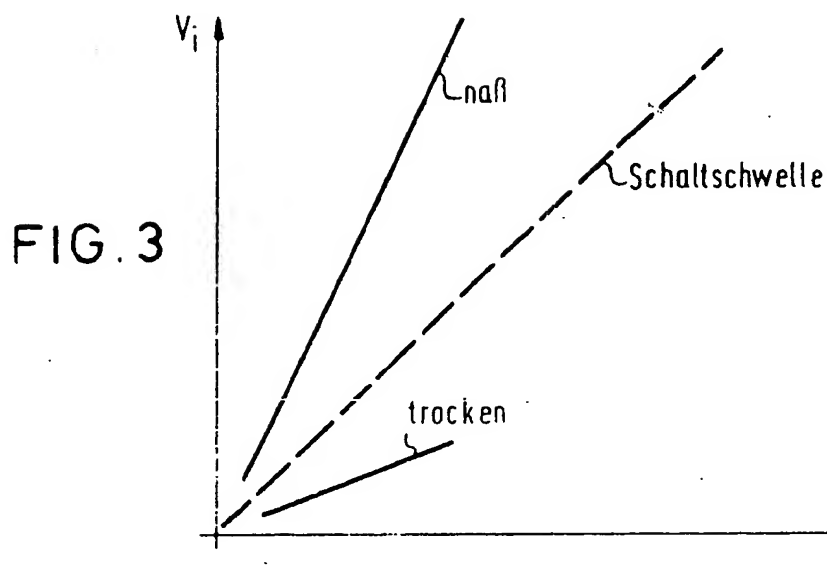
Dem in Fig. 4 wiedergegebenen Schaltbild einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenzteils eines erfindungsgemäßen Ultraschallgenerators ist zu entnehmen, daß die Oszillatorschaltung 12, die Gleichrichterschaltungen 20 und 21 und die Vorspannungserzeugungsschaltung 22 in einem gemeinsamen hochfrequenzdichten Gehäuse untergebracht sind, wobei alle Leitungen über Durchführungskondensatoren 51, 52, 53, 54 und 55 herausgeführt werden. Den in Fig. 2 dargestellten Ladekondensatoren 71 und 112 sind somit die Durchführungskondensatoren 55 und 54 parallel geschaltet, so daß sich deren Kapazität entsprechend erhöht.

Die in Fig. 4 dargestellte Drossel 36 kann ebenso wie der Kondensator 50 gegebenenfalls weggelassen werden.

Der Übertrager 37 besteht aus einem Kern M 33,  $14 \text{ } \varnothing \cdot 8$ , einem Spulenkörper, einem Anschlußträger und einem Bügel. Die Wicklung 1 besteht aus 40 Windungen CuL 0,18 in zwei Lagen, während die Wicklung 2 eine Windung CuL 0,4 umfaßt, so daß sich ein Übertragungsverhältnis 40 : 1 ergibt. Bei den Kondensatoren 41, 47 und 48 handelt es sich um Kunststoff-Vielschicht-Kondensatoren.

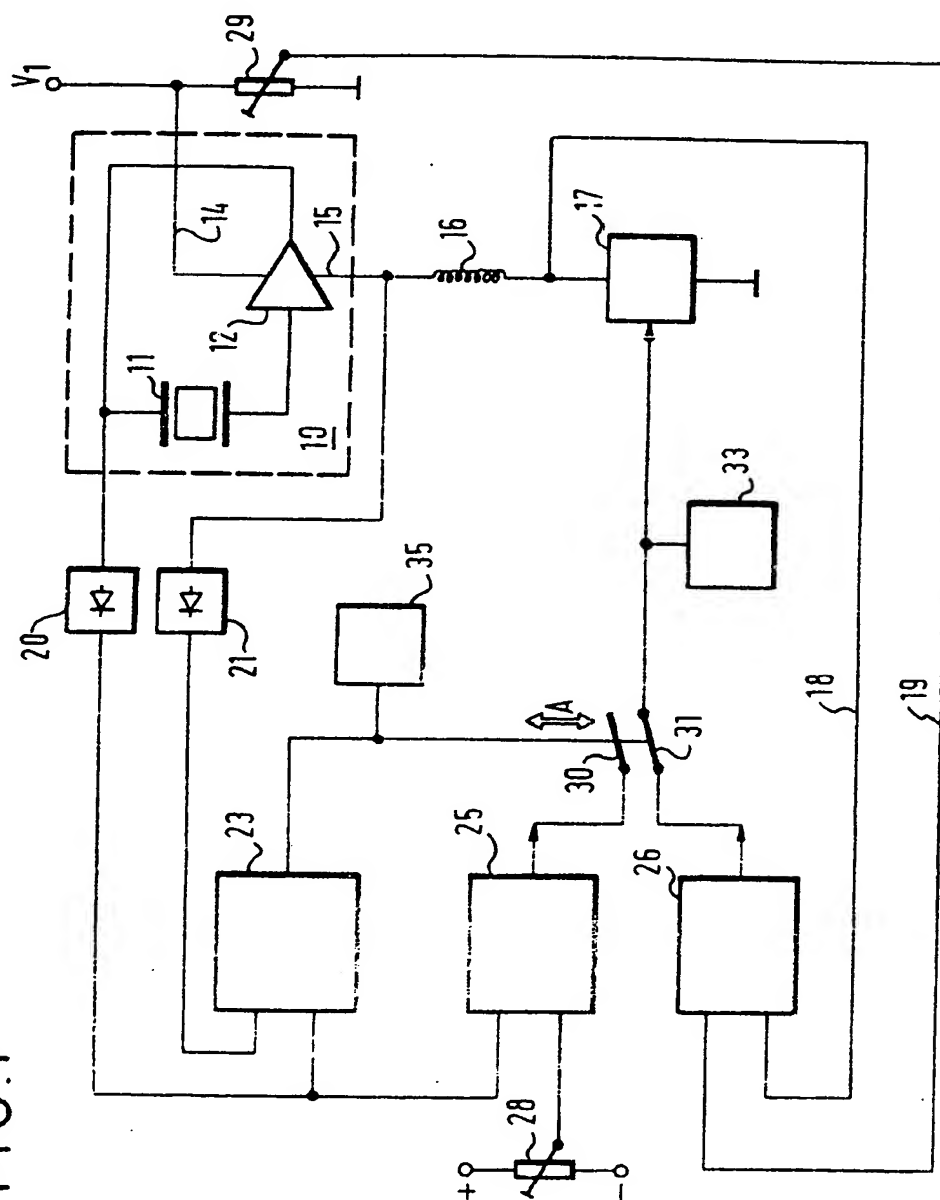








FILE



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPT**